

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3920089 A1**

②① Aktenzeichen: P 39 20 089.2
②② Anmeldetag: 20. 6. 89
④③ Offenlegungstag: 3. 1. 91

⑤① Int. Cl. 5:
F02 B 23/08
H 01 T 13/20
// F02M 51/06, 67/12

DE 3920089 A1

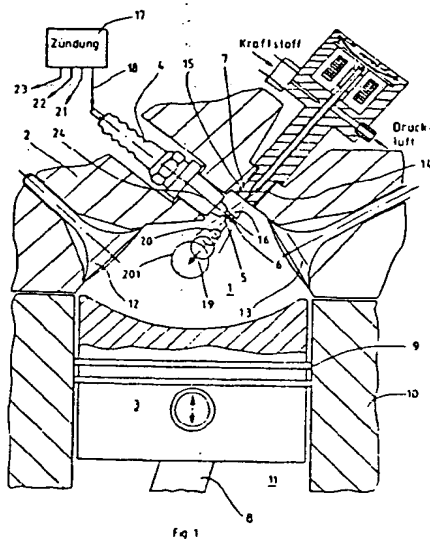
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Herden, Werner, Dipl.-Ing. Dr., 7016 Gerlingen, DE

⑤④ **Verbrennungsmotor**

Bei Verbrennungsmotoren zeigen Untersuchungen, daß die zyklische Verbrennung nach erfolgter Zündung sehr stark zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterworfen ist. Restgasanteile, Inhomogenitäten im Kraftstoffgemisch und Wärmeentzug über die Oberfläche des Flammkerns können sogar zum Erlöschen des Flammkerns nach erfolgter Zündung führen.

Die Einspritzdüse für Gemisch und die Elektroden der zugehörigen Zündkerze werden so zueinander angeordnet, daß bei der Entstehung und Ausbreitung des Flammkerns störende Einflüsse vermieden werden und eine reproduzierbare, gleichmäßige Verbrennung des Kraftstoffgemischs stattfindet.



DE 3920089 A1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verbrennungsmotor gemäß der Gattung des Hauptanspruchs.

In Verbrennungsmotoren läuft die Verbrennung des eingespritzten Kraftstoffgemischs nicht stets gleichmäßig ab, vielmehr treten starke zyklische Schwankungen beim Verbrennungsablauf auf. Lokale Gemischinhomogenitäten und Restgasanteile sowie von Zyklus zu Zyklus stochastisch schwankende Strömungsmuster im Bereich der Zündkerzenelektroden führen zu sehr unterschiedlichen Ausbreitungen des vom Zündfunken ausgehenden Flammkernes. Der Ablauf der Verbrennung des Kraftstoffgemisch im Brennraum ist somit mit entsprechenden Schwankungen behaftet. Bereits die zeitlich als auch räumlich variierende Flammkernbildung enthält schon die Richtung der gesamten Flammenausbreitung, wobei entsprechend der unterschiedlichen Richtung der Flammenausbreitung unterschiedliche Wärmeverluste bereits zu Beginn der Verbrennung auftreten können. Derartige Wärmeverluste treten insbesondere in der Umgebung relativ kalter Flächen auf, wie sie von den Wandungen des Brennraumes gebildet werden. Treten derartige Wärmeverluste zu Beginn des Verbrennungsvorganges auf, wobei der Flammkern ein nur sehr geringes Volumen besitzt, so können dadurch erhebliche Beeinträchtigungen der Verbrennung entstehen.

Der Flammkern kann sogar erlöschen. Da die Verbrennung bei einem herkömmlichen Ottomotor trotz der vorhandenen stochastischen Schwankungen sichergestellt sein sollte, muß mit entsprechend hoher Zündenergie die Verbrennung initiiert werden, damit auch bei ungünstigen Bedingungen ein Löschen des Flammkerns nicht auftritt.

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die auf die Elektroden ausgerichtete Einspritzung des Kraftstoffgemischs, welches sich ungehindert, d. h. ohne Wandwärmeverluste z. B. in Richtung Zentrum des Brennraumes ausbreiten kann, ein reproduzierbarer zeitlicher und räumlicher Verbrennungsverlauf erhalten wird. Das Kraftstoffgemisch sollte dabei möglichst homogen aufbereitet werden. Die erfindungsgemäße Anordnung von Elektroden und Einspritzdüse hat weiterhin den Vorteil, daß im Brennraum befindliche Restgasanteile und Gemischinhomogenitäten, die die Zündung beeinträchtigen würden, im Bereich zwischen den Elektroden zu Beginn des Zündvorganges nicht vorhanden sein können, da in diesen Bereich das restgasfreie und homogene Kraftstoffgemisch direkt eingespritzt wird. Weiterhin wird dadurch gewährleistet, daß der vom Zündfunken ausgehende Flammkern sich in Strahlrichtung des Kraftstoffgemischs als Anfangsrichtung im wesentlichen zur Mitte des Brennraumes ausbreitet. Eine Berührung relativ kalter Flächen und die damit verbundene Beeinträchtigung des zeitlichen und räumlichen Ablaufs der Verbrennung werden damit zu Beginn der Verbrennung vermieden. Dies ist von großem Vorteil, da die Flammenausbreitung gerade zu Beginn des Verbrennungsvorganges gegen Störeinflüsse sehr anfällig ist. Der sich aus dem

elektrischen Funkenplasma stetig entwickelnde Flammkern ist zunächst — in einer Größe von nur wenigen mm — in seiner Energiebilanz sehr empfindlich, d. h. leicht beeinflussbar durch Wärmeentzug über die Oberfläche (Quenching) oder Fehlen der Freisetzung chemischer Energie aus dem Kernvolumen, bedingt durch Gemischinhomogenität oder Restgasanteil. Hat der Flammkern eine Größe von einigen cm erreicht, läßt er sich in seiner Ausbreitung kaum noch stören, da das Verhältnis zwischen der im Volumen freigesetzten chemischen Energie und der an der Oberfläche abgegebenen Energie wesentlich günstiger geworden ist als unmittelbar nach der Entstehung des Flammkerns. Da bei dem erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor die störenden Einflüsse zu Beginn der Flammkernbildung und Flammkernausbildung weitgehend beseitigt werden, lassen sich die zyklischen Schwankungen drastisch verringern, so daß auch mit geringerer Zündenergie eine sichere Zündung und vollständige Verbrennung gewährleistet ist. Die Laufruhe des Motors wird verbessert, insbesondere bei stark abgemagertem Gemisch.

Der erfindungsgemäße Motor kann mit einer herkömmlichen Zündkerze bestückt sein, die eine gerade und eine L-förmige Elektrode besitzt. Die gemeinsame Ebene beider Elektroden wird senkrecht zur Strahlrichtung der Einspritzdüse ausgerichtet, wodurch erreicht wird, daß in den Freiraum zwischen den beiden Elektroden, wo der Zündfunke auftritt, das Kraftstoffgemisch ungehindert eingespritzt werden kann und sich von dort ebenfalls ungehindert durch Wandwärmeverluste im wesentlichen in Richtung Zentrum des Brennraumes weiter ausbreiten kann. Es können auch Zündkerzen mit anderen Elektrodenformen verwendet werden, jedoch muß in jedem Fall gewährleistet sein, daß das zu zündende Kraftstoffgemisch ungehindert von der Einspritzdüse durch den Freiraum zwischen den Elektroden sich in der gewünschten Richtung im Brennraum ausbreiten kann. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des eingespritzten Kraftstoffgemischs kann zwischen 2 und 10 m/s liegen, jedoch ist insbesondere eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 3 bis 5 m/s bei Verwendung herkömmlicher Zündkerzen zweckmäßig.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den Querschnitt eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors im Bereich eines im Zylinderkopf ausgebildeten Brennraumes,

Fig. 2 den grundsätzlichen Aufbau einer Einspritzanlage mit Einspritzdüse,

Fig. 3 und Fig. 4 zwei um 90° versetzte Ansichten der beiden Elektroden einer herkömmlichen Zündkerze, wie sie bei dem Verbrennungsmotor gemäß Fig. 1 Verwendung findet.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem als Ottomotor ausgebildeten Verbrennungsmotor, dessen Brennraum 1 von einem Zylinderkopf 2 und einem Kolben 3 begrenzt wird. In den Zylinderkopf 2 ist eine herkömmliche Zündkerze 4 eingeschraubt, deren Elektroden 5, 6 in den Brennraum 1 ragen. Die Mittelachse der Zündkerze 4 ist zur Strahlrichtung einer in den Zylinderkopf 2 eingesetzten Einspritzdüse 7 um 90° versetzt angeordnet.

Kurz nach dem Zündzeitpunkt befindet sich der Kolben 3, der über eine Pleuelstange 8 mit der hier nicht dargestellten Kurbelwelle verbunden ist, in der hier dargestellten obersten Stellung, nämlich im "OBEREN

TOTPUNKT". Dichtungsringe 9 dichten den vom Motorblock 10 umschlossenen Raum 11 gegenüber dem Brennraum 1 ab. Im Zylinderkopf 2 gelagerte Ventile 12, 13 sind geschlossen, so daß durch die nach erfolgter Zündung stattfindende Verbrennung des Kraftstoffgemischs den Arbeitshub auslöst und den Kolben 3 nach unten drückt.

Die Einspritzdüse 7 besitzt ein Nadelventil 14, welches gerade geöffnet ist, so daß das Gemisch aus Kraftstoff und Druckluft an der Düsenöffnung 15 in Richtung Elektroden 5, 6 als Kraftstoffgemisch mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von etwa 3 bis 5 m/s austritt. Das Kraftstoffgemisch durchströmt dabei auch den Freiraum 16 zwischen den beiden Elektroden 5, 6. Jetzt wird von einer Zündung 17 über eine elektrische Verbindung 18 die Zündspannung zur Zündkerze 4 übertragen, so daß im Freiraum 16 ein Zündfunke zwischen den beiden Elektroden 5, 6 überspringt. Dadurch wird in diesem Bereich ein Plasma erzeugt, aus dem ein sich in Richtung 19 ausbreitender Flammkern 20 entsteht. Wenige ms später ist der Flammkern 201 deutlich größer und befindet sich bereits ungefähr in der Mitte des Brennraumes 1.

An die Zündung 17 sind weitere, hier nicht dargestellte Zündkerzen über Zündkabel 21, 22, 23 angeschlossen.

Die senkrecht zur Bildebene verlaufende Mittelebene 24 der beiden Elektroden 5, 6 steht senkrecht zur Strahlrichtung 19 der Einspritzdüse 7. Die Einspritzdüse 7 kann somit ungehindert in den Freiraum 16 Kraftstoffgemisch einspritzen. Anhand von Fig. 3 und Fig. 4, die die Elektroden 5, 6 vergrößert zeigen, ist dies deutlich erkennbar.

In Fig. 2 ist der Aufbau der Einspritzdüse 7 mit angeschlossenen Steuereinrichtungen ersichtlich. Die Einspritzdüse 7 wird von einem Elektromagneten 25 geöffnet, der gegen eine Druckfeder 26 die Nadel 27, des Nadelventils 14 in die dargestellte Offenstellung anhebt. Der Elektromagnet 25 wird von der Motorsteuerung 40 betätigt. Die Steuerung von Einspritzdüsen erfolgt in Abhängigkeit von unterschiedlichen Motorparametern und ist an sich bekannt und nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Die Einspritzdüse 7 ist an einen Druckluftherzeuger 28 über eine Druckluftleitung 29 angeschlossen. Ein Druckluftregler 30 hält dabei den Druck in der Druckluftleitung 29 konstant. Über eine Kraftstoffzumeß-Einrichtung 31 wird aus einem Tank 32 in das Gehäuse 33 Kraftstoff unter Druck eingeleitet, so daß in Verbindung mit der ebenfalls zugeführten Druckluft ein gewünschtes Kraftstoffgemisch erzeugt wird, welches durch den Ringraum 34 zur Düsenöffnung 15 gelangt.

In Fig. 3 ist die Seitenansicht der Zündkerze 4 von Fig. 1 im Bereich der Elektroden 5, 6 dargestellt, während Fig. 4 die Stirnseite 35 der Elektrode 6 zeigt. Bei Anlegen der Zündspannung tritt im Freiraum 16 ein Zündfunke 36 auf, der ein elektrisches Plasma erzeugt. Die dem Freiraum 16 benachbarte Einspritzdüse 7 spritzt in Richtung 19 das Kraftstoffgemisch 37 durch den Freiraum 16, so daß zum Zeitpunkt T1, der kurz auf den Zündzeitpunkt T0 folgt, ein sichelförmiger Flammkern 38 entstanden ist. Kurze Zeit später kann der Flammkern 38 zum Zeitpunkt T2 ein größeres Volumen haben, wie es mit unterbrochenen Linien 39 dargestellt ist. Der Flammkern 38 wandert entsprechend der gewählten Spritzrichtung 19 zur Mitte des Brennraumes 1 (Fig. 1).

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, in dessen Brennräume jeweils zwei Elektroden einer elektrischen Zündeinrichtung ragen und mittels einer Einspritzdüse das Kraftstoffgemisch eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einspritzdüse (7) auf den Freiraum (16) zwischen den Elektroden (5, 6), wo die Zündfunken (36) auftreten, ausgerichtet ist, und daß in Spritzrichtung (19) der Einspritzdüse (7) hinter den Elektroden (5, 6) die gewünschte Ausbreitungsrichtung des Flammkerns bzw. der Flamme liegt.

2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Spritzrichtung der Einspritzdüse (7) hinter den Elektroden (5, 6) das Zentrum des Brennraums (1) liegt.

3. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Zündeinrichtung eine Zündkerze (4) dient, deren Mittelachse in einem Winkel von 90° zu der Spritzrichtung (19) der Einspritzdüse (7) verläuft, und daß deren Elektroden (5, 6) so zur Spritzrichtung (19) ausgerichtet sind, daß wenigstens ein Teil des eingespritzten Kraftstoffgemischs (37) ungehindert in und durch den Freiraum (16) zwischen den Elektroden (5, 6) gelangt.

4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Elektroden (5, 6) als Stift (5) und als ein diesen im Abstand übergreifender L-förmiger Bügel (6) ausgebildet sind, deren gemeinsame Mittelebene (24) senkrecht zur Spritzrichtung (19) verläuft.

5. Verbrennungsmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftstoffgemisch (37) mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von etwa 3 bis 5 m/s den Freiraum (16) während des Zündzeitpunkts durchdringt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

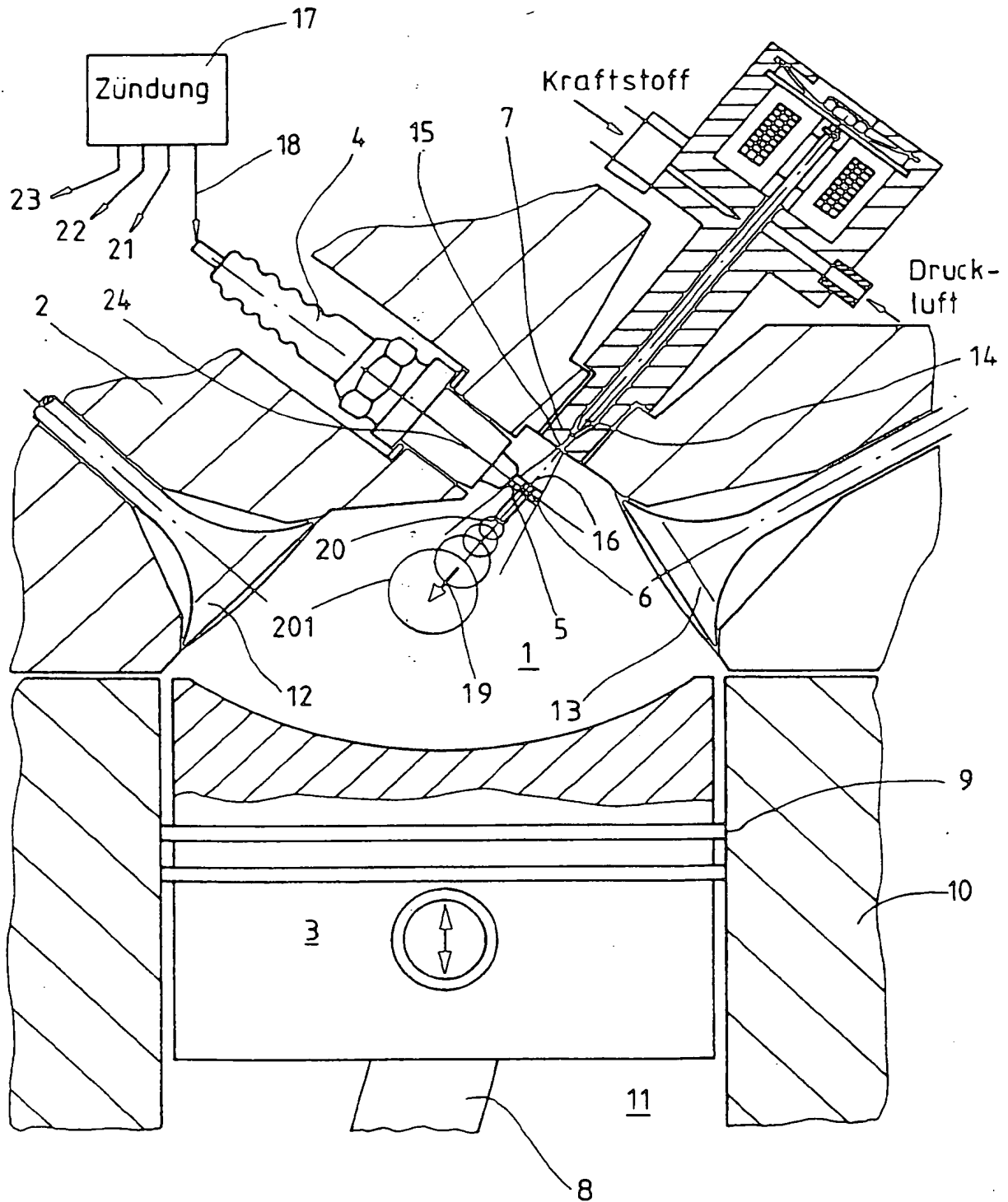
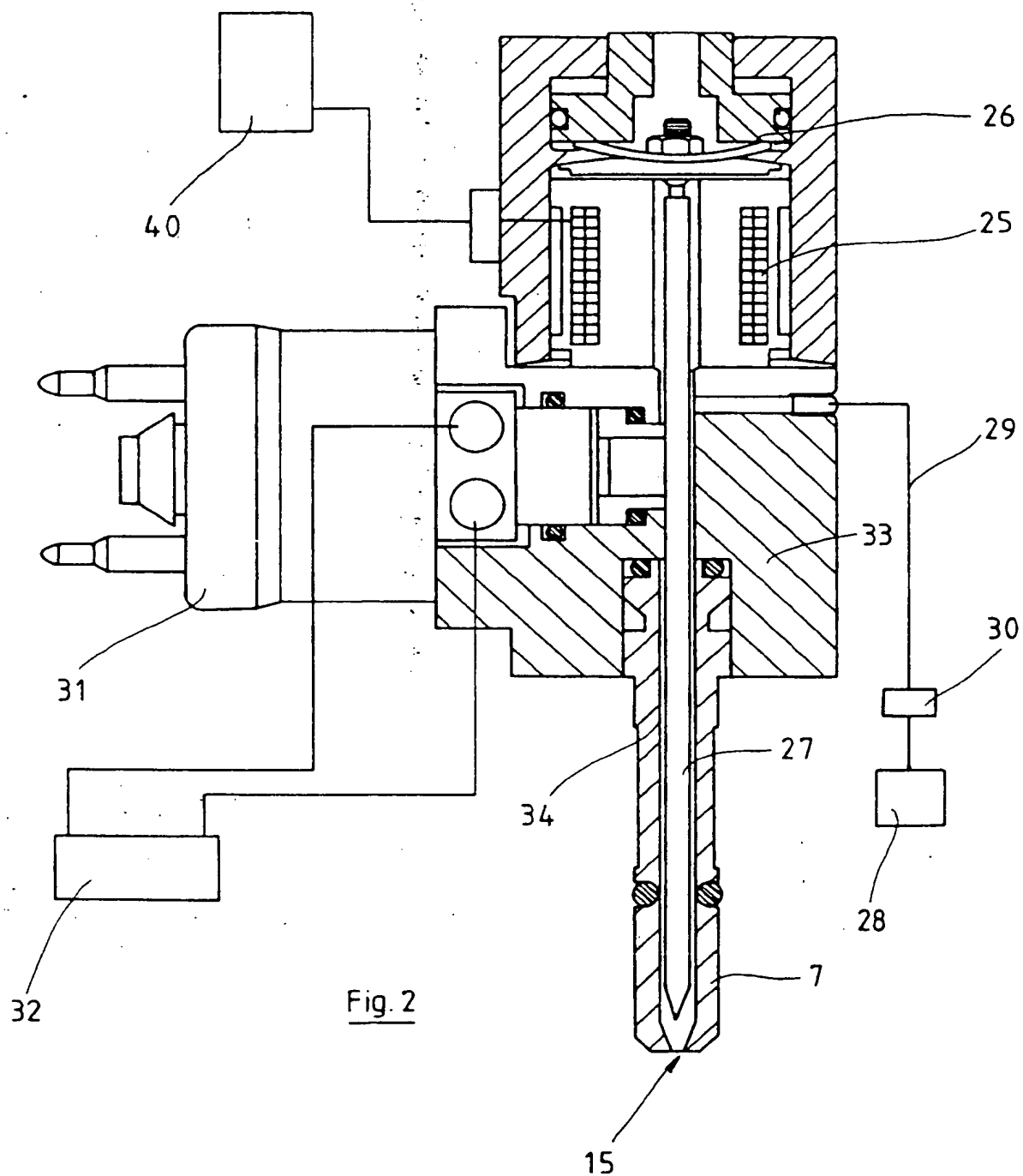


Fig. 1



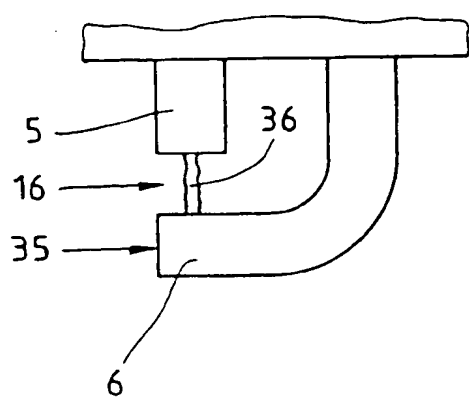


Fig. 3

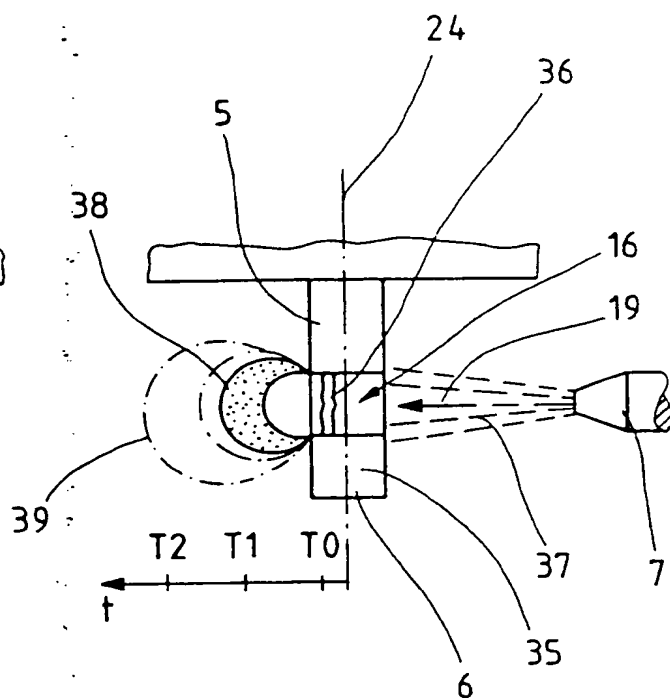


Fig. 4